

Υφιστάμενες Οικοδομές: Από *Κτίρια ενός κατώτερου Θεού* σε *Επικίνδυνα πλάσματα*



Νικόλας Κυριακίδης
Αναπληρωτής Καθηγητής

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, ΤΕΠΑΚ
Μέλος Εκτελεστικής Επιτροπής, Κέντρο Αριστείας Ερατοσθένης

Υφιστάμενες Οικοδομές

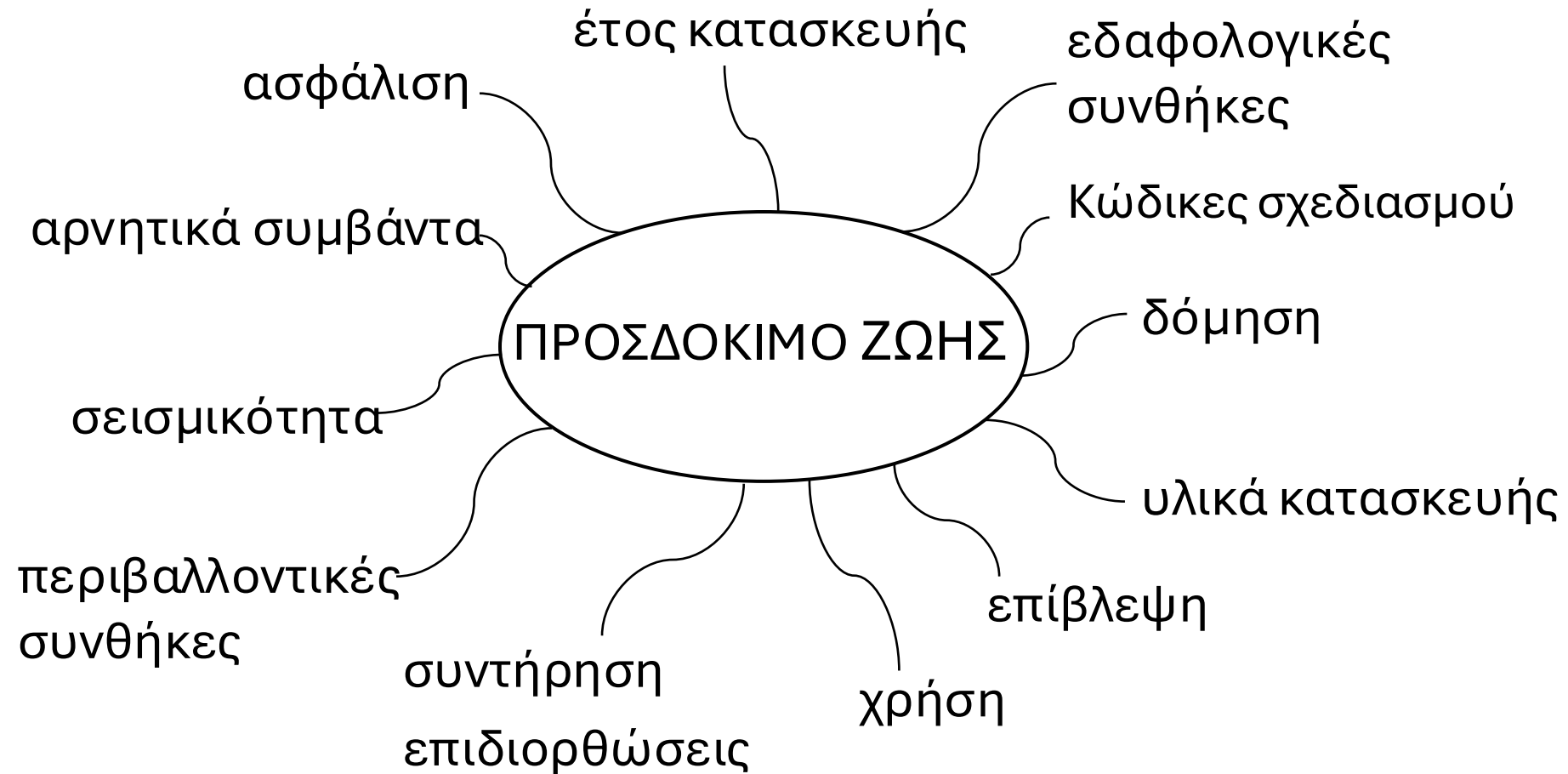
Μεγάλο μέρος
κτιριακού
αποθέματος χωρίς
αντισεισμικές
πρόνοιες και με
αμφίβολη
διασφάλιση
ποιότητας της
κατασκευής
(ΔΕΔΟΜΕΝΟ)

Γενικότερη έλλειψη
κουλτούρας
έγκαιρης τακτικής
/συντήρησης και
επιδιόρθωσης
οικοδομώ-κίνητρα
(ΚΟΥΛΤΟΥΡΑ)

Δαπανούμε χρήμα
από ΕΕ για
ενεργειακή
ανακαίνιση
κελύφους
οικοδομών χωρίς
να ασχοληθούμε
κατά πόσο η
οικοδομή
(δομοστατικά) έχει
βλάβες οι οποίες
και πλέον
κρύβονται πίσω
από το
θερμομονωμένο
κέλυφος
(ΠΡΟΒΛΗΜΑ)

Υφιστάμενα
νομοθετικά
εργαλεία (άρθρο 15
μέχρι 15^Ε) και
αντιμετωπίζουν (;)
το πρόβλημα
αφότου
δημιουργηθεί δλδ
πυροσβεστικά
(ΑΔΥΝΑΜΙΑ)

Προσδόκιμο ζωής κτηρίου



- Τα κτήρια ΟΣ χωρίς αντισεισμικό σχεδιασμό εμφανίζουν συγκεκριμένες **τρωτότητες** και **παθογένειες**, οι οποίες σχετίζονται τόσο με τις κατασκευαστικές πρακτικές της εποχής όσο και με τη μακροχρόνια υποβάθμιση των υλικών.
- Ενδεικτικά, η ανεπαρκής
 - διαστασιολόγηση όπλισης,
 - η έλλειψη περίσφιγξης στα υποστυλώματα,
 - η απουσία ικανοτικού σχεδιασμού στους κόμβους,
 - καθώς και η χρήση υλικών χαμηλής ποιότητας, οδηγούν σε ψαθυρές μορφές αστοχίας και περιορισμένη ικανότητα απορρόφησης σεισμικής ενέργειας

Παράλληλα, η **γήρανση** των κατασκευών και η επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως η **υγρασία** και η **ενανθράκωση** του σκυροδέματος, επιτείνουν την υποβάθμιση της μηχανικής συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων. Η διάβρωση του οπλισμού και η μείωση της συνάφειας χάλυβα–σκυροδέματος αποτελούν κρίσιμους μηχανισμούς παθογένειας, οι οποίοι έχουν τεκμηριωθεί εκτενώς σε επιστημονικές μελέτες και κανονιστικά κείμενα που αφορούν την αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών.



Υφιστάμενες οικοδομές:
τρωτές (good), βλαμμένες
(bad) και επικίνδυνες (ugly)
κατασκευές

ΤΡΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (Κτίρια ενός κατώτερου Θεού με τίμια σεισμική ικανότητα-GOOD) : Κυρίως θέματα σχεδιασμού ή και κατασκευής

- έλλειψη ικανοτικού σχεδιασμού
- Χαμηλές αντοχές υλικών
- Μαλακός οπλισμός
- Πιλοτή
- Flat slabs
- Κοντά υποστυλώματα
- Μαλακά εδάφη
- Παρακείμενες εκσκαφές
- Προβληματική διαστασιολόγηση και εφαρμογή
 - Μάτιση και αγκύρωση οπλισμού (υποστυλώματα)
 - Σωστή τοποθέτηση συνδετήρων (αγκύρωση, απόσταση κτλ)

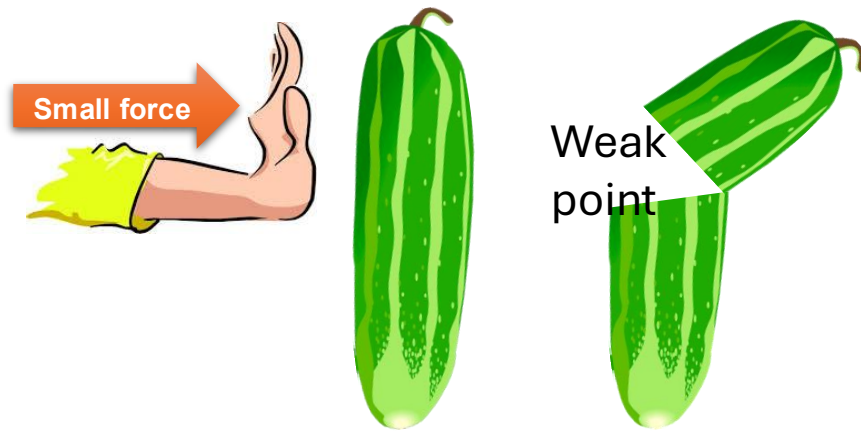
ΒΛΑΜΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (Τρωτές με βλάβες-Κτίρια ενός κατώτερου Θεού με μειωμένη/ψαθυρή σεισμική ικανότητα-BAD)

Γενικά αναγνωρίζονται δύο διαφορετικές πηγές υποβάθμισης που οδηγούν στη συσσώρευση βλαβών με την πάροδο του χρόνου:

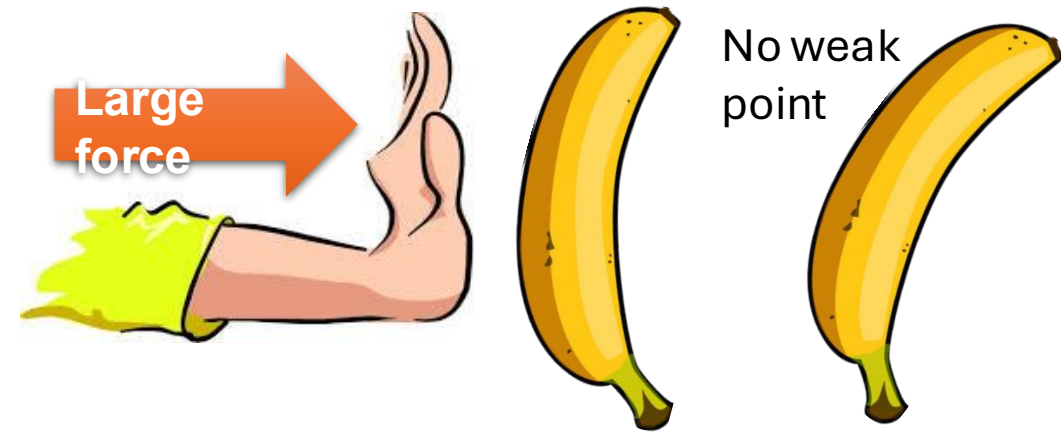
- η πρώτη έχει αργές και προοδευτικές επιδράσεις και συνδέεται κυρίως με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις συνθήκες λειτουργίας της κατασκευής (π.χ. γήρανση), ενώ
- η δεύτερη δρα περιστασιακά, είναι πιο έντονη από την πρώτη, και σχετίζεται συνήθως με αιφνίδιες μεταβολές της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής (π.χ. λόγω σεισμικής βλάβης).

Ως αποτέλεσμα της υποβάθμισης, η φυσική τρωτότητα του δομικού συστήματος, όπως αυτή μπορεί να εκτιμηθεί τόσο κατά τον χρόνο κατασκευής όσο και σε μεταγενέστερες χρονικές στιγμές, εξαρτάται από τον χρόνο και ενδέχεται να αυξάνεται σταδιακά, επιταχύνοντας έτσι τον κίνδυνο δομικής αστοχίας.

Μία από τις σημαντικότερες αιτίες υποβάθμισης των κατασκευών είναι η διάβρωση των στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα (Ο/Σ), η οποία συνδέεται κυρίως με τη διαδικασία της ενανθράκωσης και τη διείσδυση χλωριόντων. Οι μηχανισμοί αυτοί οδηγούν στη μεταβολή των μηχανικών ιδιοτήτων τόσο του χάλυβα οπλισμού όσο και του σκυροδέματος με την πάροδο του χρόνου. Στην περίπτωση σημαντικής απώλειας πλαστιμότητας λόγω υψηλών επιπέδων διάβρωσης, αναμένεται μείωση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, καθώς και μετάβαση σε **περισσότερο ψαθυρούς** μηχανισμούς αστοχίας. ✨



Brittle buildings



Ductile buildings

Οι παράμετροι που επηρεάζουν την έναρξη της διάβρωσης και την εξέλιξή της με τον χρόνο μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το αν σχετίζονται με τον σχεδιασμό και την κατασκευή (π.χ. **πάχος επικάλυψης του οπλισμού, λόγος νερού προς τσιμέντο**), ή με τις συνθήκες περιβαλλοντικής έκθεσης (π.χ. **σχετική υγρασία, θερμοκρασία, συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα ή χλωριόντων**).

Η γήρανση των κατασκευών μπορεί να οριστεί ως η **μερική ή ολική απώλεια της φέρουσας ικανότητάς τους** μέσω μιας αργής, προοδευτικής και μη αναστρέψιμης διαδικασίας που εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Οι επιδράσεις των μηχανισμών γήρανσης οδηγούν στην υποβάθμιση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών και των δομικών στοιχείων, επηρεάζοντας τη στατική και δυναμική απόκριση των κατασκευών, την αντοχή και τη φέρουσα ικανότητά τους, τον μηχανισμό αστοχίας, καθώς και το σημείο έναρξης της αστοχίας.

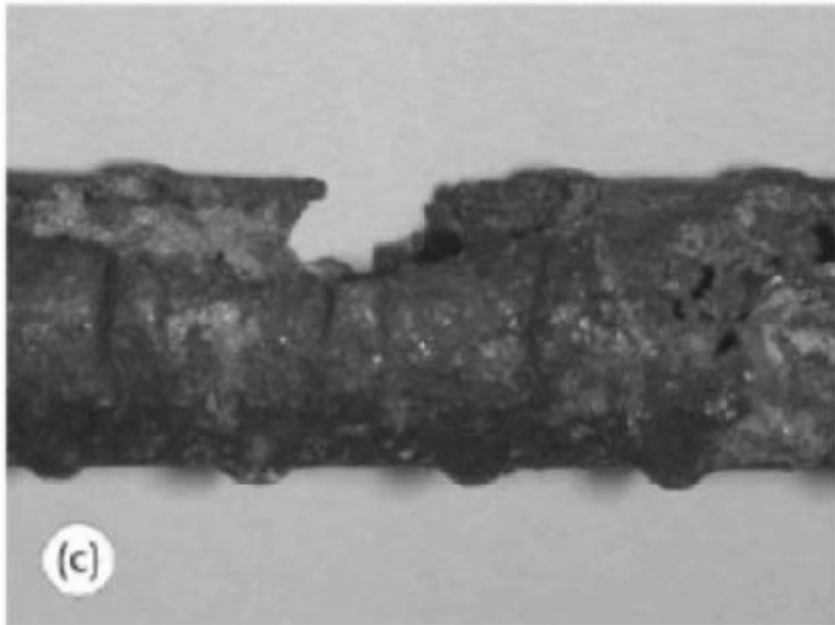
Οι μηχανισμοί γήρανσης μειώνουν την αξιοπιστία των δομικών συστημάτων με την πάροδο του χρόνου, επιταχύνοντας τον κίνδυνο δομικής αστοχίας. Ο ρυθμός υποβάθμισης των δομικών στοιχείων εξαρτάται γενικά από την ηλικία της κατασκευής και τις συνθήκες έκθεσής της στο περιβάλλον.



Εικόνα 1: (a) ρηγμάτωση υποστυλώματος και δοκού λόγω διόγκωσης των προϊόντων διάβρωσης του οπλισμού, (b) αποκόλληση και αποστρώματωση της επικάλυψης σκυροδέματος με αποκάλυψη του οπλισμού,



Εικόνα 2: (c) μείωση της διατομής ράβδου οπλισμού λόγω τοπικής (pitting) διάβρωσης, (d) ψαθυρή αστοχία τενόντων προέντασης εξαιτίας υδρογονοευθραυστότητας.





Εικόνα 4.1. Απεικονίζεται η ομοιόμορφη διάβρωση κατά μήκος της ράβδου οπλισμού.

4.1.2. Είδη και Μορφές διάβρωσης

Γενική ή ομοιόμορφη διάβρωση

Γενική διάβρωση ονομάζεται η διάβρωση, κατά την οποία πάνω στην επιφάνεια του μετάλλου δημιουργείται ένα ομοιόμορφο στρώμα προϊόντων διάβρωσης. Χαρακτηρίζεται από την χημική ή ηλεκτροχημική αντίδραση που προχωράει ομοιόμορφα στην επιφάνεια του οπλισμού και μειώνει σταδιακά την διάμετρό του. Το είδος αυτό της διάβρωσης μειώνει την αντοχή του σε εφελκυσμό, ανάλογα με την μείωση της διατομής και μειώνει επίσης την αντίστασή του. Συμβαίνει όταν καταστρέφεται το προστατευτικό στρώμα, όταν χαθεί δηλαδή η αλκαλικότητα του σκυροδέματος. Αυτή η μείωση του pH μπορεί να συμβεί είτε λόγω ενανθράκωσης του σκυροδέματος είτε από την πιθανή επίδραση θεικών ή ανθρακικών αλάτων. Έτσι, τα οξείδια καταλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο από το βασικό μέταλλο, η ράβδος διαβρώνεται, διαστέλλεται η διάμετρος της και τελικά οδηγεί σε ρωγμές και στον θρυμματισμό της επιφάνειας του σκυροδέματος.

Τοπική διάβρωση

Τοπική διάβρωση ονομάζεται η διάβρωση που σχηματίζεται σε ένα σημείο ή μικρή περιοχή του χάλυβα και παρουσιάζει κοιλότητες οι οποίες μπορεί να είναι βαθιές ή ρηχές.

Εικόνα 4.2. Απεικονίζεται η τοπική διάβρωση, που παρουσιάζεται σε συγκεκριμένες θέσεις.

Σε αυτή τη διάβρωση, ο όγκος των οξειδίων είναι μικρότερος, δεν παρουσιάζονται ίχνη σκουριάς και έτσι η τάση για διάβρωση της επιφάνειας του σκυροδέματος είναι μικρότερη απ' ότι στη γενική διάβρωση. Όμως, η απώλεια τμημάτων της ράβδου γίνεται χωρίς σημάδια φθοράς στην επιφάνεια και έτσι δύσκολα γίνεται αντιληπτή η διάβρωση. Το είδος αυτό εμφανίζεται σε περιπτώσεις προεκτάσεων ή συγκολλήσεων των ράβδων του σιδήρου ή σε περιπτώσεις τοπικά αυξημένης συγκέντρωσης ιόντων χλωρίου.

Η τοπική διάβρωση χωρίζεται στις πιο κάτω κατηγορίες:





Σημαντικό χαρακτηριστικό της ενανθράκωσης είναι ότι εξελίσσεται αργά και συχνά παραμένει μη ανιχνεύσιμη για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα πρώτα εμφανή σημάδια γίνονται αντιληπτά μόνο όταν έχει ήδη ξεκινήσει η διάβρωση του οπλισμού, οπότε παρατηρούνται αρχικά λεπτές, τριχοειδείς ρωγμές στην επιφάνεια του σκυροδέματος, οι οποίες οφείλονται στη διόγκωση των προϊόντων διάβρωσης του χάλυβα.

Εικόνα 3: Διάβρωση χάλυβα από ενανθράκωση του σκυροδέματος

Τα χλωριόντα έχουν την δυνατότητα να διαπερνούν το προστατευτικό παθητικό στρώμα οξειδίων του χάλυβα όταν, μέσω του νερού των πόρων, φτάσουν μέχρι τον οπλισμό. Η διεύδυση τους στο σκυρόδεμα πραγματοποιείται κυρίως μέσω του πορώδους του υλικού και των μικρορωγμών. Οι πηγές προέλευσης των χλωριόντων είναι ποικίλες. Μπορεί να προέρχονται από τα συστατικά του σκυροδέματος, όταν έχουν χρησιμοποιηθεί αδρανή από παράκτιες περιοχές ή θαλασσινό νερό κατά την δημιουργία του μίγματος, καθώς και από χημικά πρόσμικτα που ενδέχεται να περιέχουν χλωριούχα άλατα. Επιπλέον, σημαντική ποσότητα χλωριόντων μπορεί να εισέλθει στο σκυρόδεμα από το εξωτερικό περιβάλλον, ιδιαίτερα σε κατασκευές που βρίσκονται σε παράκτιες ή θαλάσσιες περιοχές.



Εικόνα 4: Διάβρωση προκαλούμενα από χλωριόντα σε παραθαλάσσια περιοχή



Οι κηλίδες στους σοβάδες οφείλονται στην υγρασία λόγω βροχής σε στηθαία, σε τοίχους εκτεθειμένους σε καιρικές συνθήκες, όπως είναι οι βορινοί, οι τοίχοι χωρίς προστέγασμα ή σε οροφές.

Αποφλοιώσεις

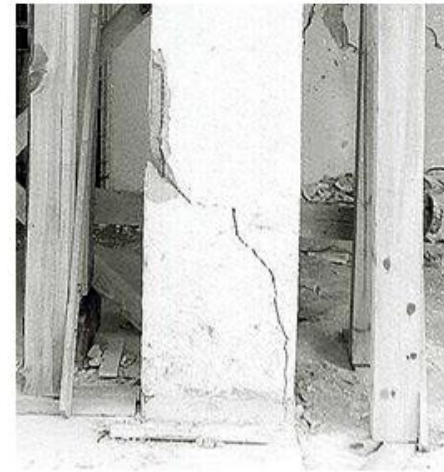
Οφείλονται είτε σε κακή ποιότητα υλικών, είτε κακή κατασκευή του επίχρισματος (επίχριση σε παγετό) και δημιουργούν θύλακες στο επίχρισμα.

Όταν εισχωρήσει υγρασία τους θύλακες, αυτοί διογκώνονται με ολόκληρη την γύρω περιοχή



Οι **ρωγμές** που εμφανίζονται στο σκυρόδεμα λειτουργούν ως βασικές οδοί διείσδυσης επιβλαβών παραγόντων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και τα ιόντα χλωρίου, προς τον χαλύβδινο οπλισμό. Η παρουσία αυτών των ουσιών στον οπλισμό συμβάλλει στην επιτάχυνση της διαδικασίας διάβρωσής του και στην υποβάθμιση της ανθεκτικότητας της κατασκευής.

Οι ρωγμές μπορεί να προκύψουν από διάφορους μηχανισμούς, όπως **η συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος**, η κακή κατάσταση του κονιάματος είτε από χρήση πολύ ψιλής άμμου, ή θαλασσινής άμμου, είτε από την εφαρμογή κονιάματος σε παχιές στρώσεις χωρίς ενίσχυση, είτε από την ανάπτυξη υψηλών εφελκυστικών τάσεων ή μηχανικές καταπονήσεις και κρούσεις. Η ύπαρξή τους διευκολύνει τη μεταφορά **υγρασίας και διαβρωτικών** ουσιών στο εσωτερικό του σκυροδέματος, επιδεινώνοντας περαιτέρω το φαινόμενο της διάβρωσης του οπλισμού.



Φωτ. 5: Βαθμός βλάβης 3



Φωτ. 6: Βαθμός βλάβης 3

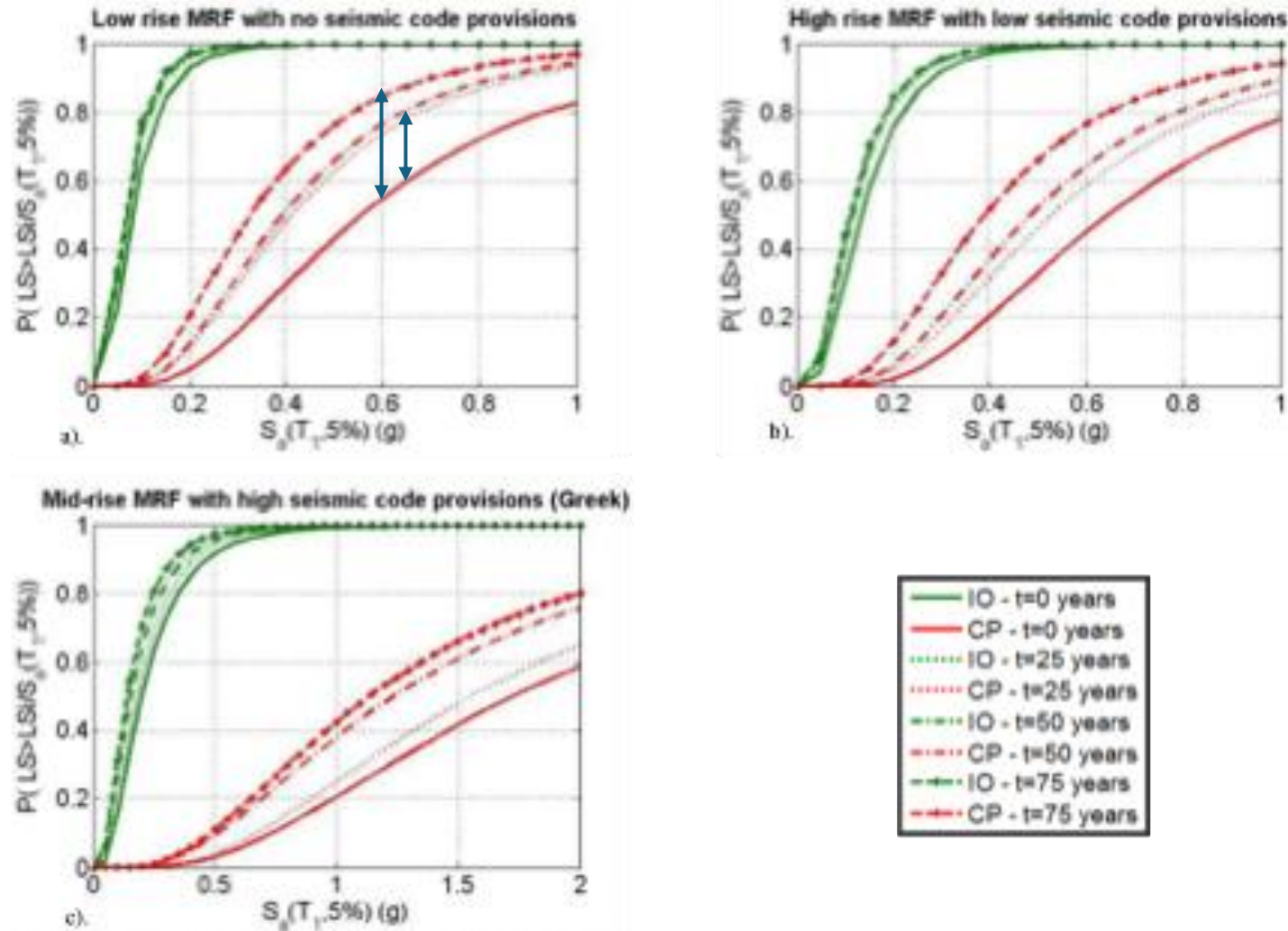


Fig. 4. Time-dependent fragility curves in terms of $S_a(T_i, 5\%)$ for the analyzed fixed base frame structures under study: a). low rise MRF with no seismic code provisions, b). high rise MRF with low seismic code provisions and c). mid rise MRF with high seismic code provisions.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (Τρωτές με εκτεταμένες ή έντονες επικίνδυνες τοπικές βλάβες-Επικίνδυνα Πλάσματα-Ugly)

- Οικοδομή και εν γένει κατασκευή θεωρείται επικίνδυνη από άποψη στατική και δομική (κοινώς ετοιμόρροπη) όταν λόγω ανεπαρκούς ή κακής θεμελίωσης, κακής ποιότητας ή σύνθεσης των υλικών από τα οποία αποτελείται, κακότεχνης εργασίας δόμησης, υποσκαφής ή διάβρωσης από ύδατα ή άλλα υγρά, ακατάλληλης διάταξης ή σύνδεσης ή ανεπαρκών διαστάσεων των στοιχείων της δεν παρουσιάζει εν όλω ή εν μέρει την απαιτούμενη για τα φορτία που θα βαστάζει και γενικά για τον προορισμό της ασφάλεια.
- Όταν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις του κινδύνου που εκδηλώνονται με σημαντικές καθιζήσεις, παρεκκλίσεις, αποσύνθεση μαζών τοιχοποιίας, ρωγμές που δείχνουν στατική ανεπάρκεια σε σημείο επικίνδυνου, ο κίνδυνος θεωρείται ως άμεσος και η κατασκευή χαρακτηρίζεται κοινώς ως επικινδύνως ετοιμόρροπη.
- Επίσης έντονες και εκτεταμένες τοπικές βλάβες (σε υποστυλώματα με υδροροές ή σε προβόλους ή στοιθαία)
- Πέραν από τα πιο πάνω υπάρχουν και τα ζητήματα ασφάλειας του κοινού που κυκλοφορεί στους κοινόχρηστους χώρους, στην περίμετρο του κτιρίου, εξώστες και εν γένει επικίνδυνες αρχιτεκτονικές προεξοχές.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (Επικίνδυνα Πλάσματα-Ugly)

- Η φιλοσοφία πίσω από την κήρυξη μιας οικοδομής ως επικίνδυνης βασίζεται στην αρχή της προάσπισης **της δημόσιας ασφάλειας και υγείας**. Υπερτερεί του ιδιωτικού περιουσιακού δικαιώματος όταν ένα κτίριο απειλεί ανθρώπινες ζωές, απαιτώντας άμεσο περιορισμό, εκκένωση, ή κατεδάφιση

Αρχή της Προφύλαξης: Κάθε κράτος οφείλει να προστατεύει τους πολίτες του. Όταν ένα κτίριο κρίνεται ετοιμόρροπο, απομακρύνεται ο κίνδυνος άμεσα, είτε με την επιβολή μέτρων στους ιδιοκτήτες είτε με αυτεπάγγελη παρέμβαση της πολιτείας.

Στάθμιση Συμφερόντων: Η προστασία της ανθρώπινης ζωής είναι υπέρτατη. Ωστόσο, υπάρχει πρόνοια για δίκαιη διαδικασία (π.χ. Επαρχιακός Οργανισμός Αυτοδιοίκησης Λεμεσού) μέσω της οποίας οι πολίτες ενημερώνονται και μπορούν να υποβάλουν ενστάσεις. **Ευθύνη Ιδιοκτητών:** Η ευθύνη για τη συντήρηση ανήκει στους ιδιοκτήτες. Η νομοθεσία προβλέπει αυστηρές κυρώσεις (διοικητικά πρόστιμα, ποινικές υποθέσεις ή χρέωση των εργασιών σε αυτούς) εάν αμελούν

Η ΠΟΛΙΤΕΙΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΘΟΡΙΣΕΙ ΤΗΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΤΕΘΙΜΕΝΗ ΝΑ ΑΠΟΔΕΧΤΕΙ (acceptable risk) όπως γίνεται και με τους σεισμούς. Μια τέτοια κουβέντα πρέπει να γίνει με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς και θα είναι πολύ βοηθητικό και αποδοτικό αν υπάρχει και μια επιτροπή ειδικών που να συντονίζει (μεθοδολογία αποτίμησης, κριτήρια και αξιολόγηση)

How to quantify the concept of risk?

- Employ as metric the **probability of failure per annum**
- Humans: Failure = death. Activities with death risk of $10^{-6}/\text{yr}$

- 1 chest X-ray



x1.0

- 1.4 cigarettes



x1.4

- 370km driving in UK



370km

- 1600km flying



1600km



- Buildings: Failure = severe damage or collapse

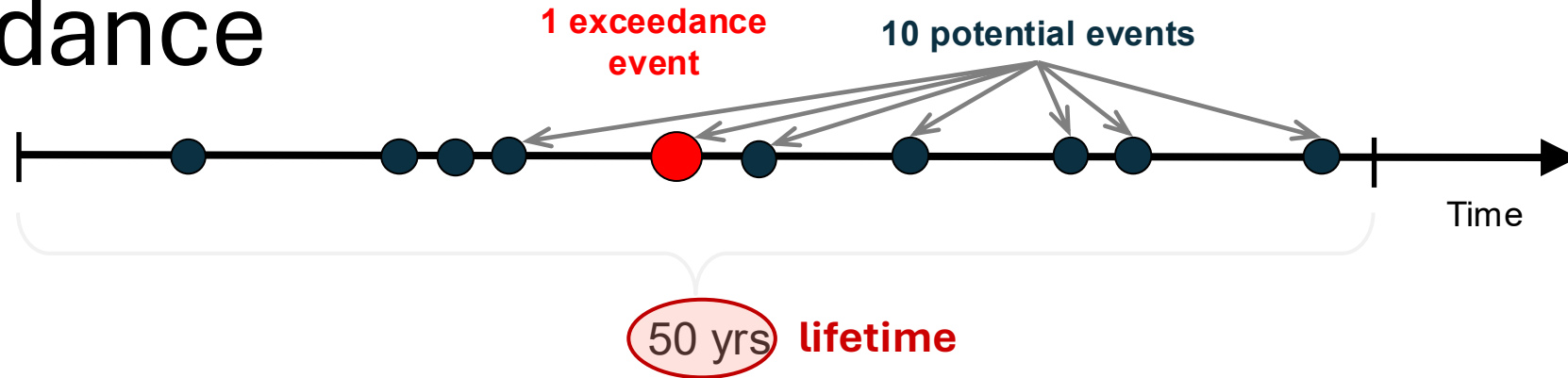
- Risk depends on the building



≠



Mean annual rate or annual probability of exceedance



- The golden standard in EQ design for safety:
 - Life Safety target: 1 in 10 **potential** events over 50yrs
 - Aim **lower** MAR for **important** buildings, higher for unimportant
 - 10% in 50 yrs = 1/475 yrs frequency
 - = 0.002 annual probability
 - = 475 yrs mean return period

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (Επικίνδυνα Πλάσματα-Ugly)

- Συνδυασμός τρωτοτήτων, εκτεταμένων βλαβών, σημαντικότητας και έκθεσης
- Η επικινδυνότητα μιας οικοδομής σχετίζεται τόσο με τον κίνδυνο όσο και με την τρωτότητα της και στις επιπτώσεις που αναμένεται να έχει η μερική ή ολική κατάρρευση της



Ουσιαστικά μια ολιστική μεθοδολογία θα πρέπει να εξισορροπεί δύο βασικές συνιστώσες του κινδύνου:

• **Κίνδυνος και Έκθεση (Hazard & Exposure):** Η διάσταση αυτή περιλαμβάνει τους **παράγοντες που εξαρτώνται από τον κίνδυνο**, όπως η πιθανότητα εκδήλωσης φυσικών ή ανθρωπογενών κινδύνων και ο βαθμός έκθεσης του πληθυσμού, των υποδομών και των περιουσιακών στοιχείων σε αυτούς.

• **Τρωτότητα και Έλλειψη Ικανότητας Αντιμετώπισης (Vulnerability & Lack of Coping Capacity):** Πρόκειται για **παράγοντες που δεν εξαρτώνται από τον κίνδυνο** και διακρίνονται σε δύο επιμέρους διαστάσεις:

- **Τρωτότητα (Vulnerability):** Αξιολογεί την ανθεκτικότητα και την ευαλωτότητα των ατόμων και των νοικοκυριών απέναντι σε μια κατάσταση κρίσης.
- **Έλλειψη Ικανότητας Αντιμετώπισης (Lack of Coping Capacity):** Αξιολογεί την ισχύ των θεσμών, των υποδομών και των συστημάτων που επιτρέπουν σε μια κοινωνία να προετοιμάζεται, να ανταποκρίνεται και να ανακάμπτει από καταστροφές.

Συνολικά, οι τρεις αυτές διαστάσεις παρέχουν μια ολοκληρωμένη εκτίμηση του κινδύνου καταστροφών, συνδυάζοντας την πιθανότητα εκδήλωσης κινδύνων με την ικανότητα των ανθρώπων και των θεσμών να αντέχουν και να διαχειρίζονται τις επιπτώσεις τους.

ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ και ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ (π.χ. ΕΟΕΣΕΚ)

Στόχος του δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου είναι η εκ νέου ιεραρχική βαθμονόμηση των κτιρίων αυτών με βάση την αποτύπωση και αξιολόγηση τεχνικών χαρακτηριστικών. Ο έλεγχος αυτός υπεισέρχεται σε περισσότερες λεπτομέρειες και προϋποθέτει τη δυνατότητα πρόσβασης σε όλους τους χώρους του κτιρίου, τη σύνταξη σχεδίων αποτύπωσης γεωμετρίας και παθολογίας, οπτική αξιολόγηση και ορισμένους επιτόπου ελέγχους των δομικών υλικών καθώς και στοιχειώδεις υπολογισμούς για την ποσοτική αποτίμηση χαρακτηριστικών δεικτών, χωρίς προσομοίωση του φέροντα οργανισμού.

Ο δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος είναι λεπτομερέστερος του πρωτοβαθμίου ελέγχου (ταχέως οπτικού), αλλά ταχύτερος από τον τριτοβάθμιο έλεγχο, ο οποίος απαιτεί πλήρη μελέτη αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας του κτιρίου σύμφωνα με τις αρχές και μεθόδους της σεισμικής μηχανικής και των τελευταίων εξελίξεων σε κανονιστικά εγχειρίδια (ΚΑΝ.ΕΠΕ., όπως ισχύει).

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αποτελεί μια προσεγγιστική διαδικασία αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας και της σεισμικής επάρκειας υφιστάμενων κτιρίων από Ο.Σ. σε σχέση με τη σεισμική απαίτηση, όπως ορίζεται στις σύγχρονες κανονιστικές διατάξεις. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει κάποιους υπολογισμούς, οι οποίοι είναι γενικά προσεγγιστικοί, χωρίς απαιτήσεις κατάστρωσης ενός λεπτομερούς μοντέλου του κτιρίου όπως συμβαίνει στις πλήρεις μελέτες που απαιτεί ένας τριτοβάθμιος έλεγχος.

α/α	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ		ΒΑΘΜΟΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ						ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ σ _i
			β _i						
			0 max	1	2	3	4	5 min	
1	ΥΠΕΡΚΡΙΣΙΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ						0.10	
2		ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ						0.10	
3		ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΗΓΜΕΝΟΥ ΑΞΟΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ						0.05	
4	ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΟΨΗΣ							0.05	
5	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ - ΣΤΡΕΨΗ							0.10	
6	ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΜΗ /ΟΨΗ							0.05	
7	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΚΑΘ’ ΥΨΟΣ – ΜΑΛΑΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ							0.15	
8	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΑΖΑΣ ΚΑΘ’ ΥΨΟΣ							0.05	
9	ΚΟΝΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ							0.15	
10	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ							0.05	
11	ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ							0.05	
12	ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ							0.05	
13	ΚΑΚΟΤΕΧΝΙΕΣ, ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ							0.05	

ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1: ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Εξετάζονται οι βλάβες στα δομικά στοιχεία: υποστυλώματα, τοιχώματα και κόμβους.

Εντοπίζονται οι ρηγματώσεις σε υποστυλώματα, τοιχώματα και κόμβους και βαθμονομούνται σύμφωνα με το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Απώλεια Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων.

Οι ρηγματώσεις στα υπόλοιπα δομικά στοιχεία (δοκούς, πλάκες, τοιχοπληρώσεις) και οποιοδήποτε άλλο στοιχείο προσδιορίζει την παθολογία του δομήματος π.χ. παραμορφώσεις, ρωγμές στο έδαφος, ρωγμές στο φ.ο. λόγω καθιζήσεων καταγράφονται και αναφέρονται

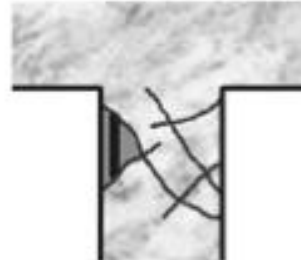
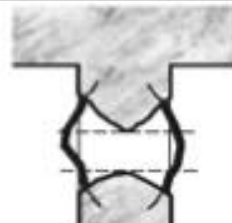
Οι **βλάβες** των στοιχείων κατατάσσονται σε 3 τυπικούς βαθμούς, ανάλογα με το πλήθος, το εύρος, τη μορφή και τη θέση των ρηγματώσεων, ανάλογα με τη μετακίνηση των άκρων στην

περιοχή της ρηγμάτωσης, την ολίσθηση στη βάση τοιχώματος.

Σε κάθε τυπικό βαθμό βλάβης αντιστοιχεί μία τιμή του συντελεστή μείωσης φέρουσας ικανότητας στοιχείου R_i

Ο βαθμός βλάβης μιας στάθμης καθορίζεται από το συνολικό βαθμό βλάβης των κατακορύφων στοιχείων αυτής. Η στάθμη με το μεγαλύτερο βαθμό βλάβης καθορίζει και το ποσοστό απώλειας της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου αφ.

(βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Απώλεια Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων).

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Υποστυλώματα και Τοιχώματα)			
ΕΛΑΦΡΙΕΣ ΒΛΑΒΕΣ			
	Βαθμός Βλάβης A	Βαθμός Βλάβης B1	Βαθμός Βλάβης B2
ΣΟΒΑΡΕΣ ΒΛΑΒΕΣ			
	Βαθμός Βλάβης Γ1	Βαθμός Βλάβης Γ2	
ΒΑΡΙΕΣ ΒΛΑΒΕΣ			Βαθμός Βλάβης Δ
ΚΟΜΒΟΙ (Δοκού – Υποστυλώματος)			
	Βαθμός Βλάβης B ή Γ		Βαθμός Βλάβης Δ

Σχήμα 1. Τυπικοί Βαθμοί Βλάβης Κατακόρυφων Στοιχείων και Κόμβων

Πίνακας 1. Περιγραφή βλαβών και Συντελεστές Μείωσης *R*, Φέρουσας Ικανότητας Κατακόρυφων

Στοιχείων και Κόμβων

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΒΛΑΒΗΣ (Βλέπε και Σχήμα 1)	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	<i>R</i>
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Υποστυλώματα και Τοιχώματα)		
A	Ελαφρές καμπτικές (καθόλου διατμητικές) βλάβες. Απλές, μεμονωμένες ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου, $\leq 2 \text{ mm}$, απουσία λοξών ρωγμών.	1,00
B1 (α)	Πολλαπλές καμπτικές ρωγμές $\leq 2 \text{ mm}$	0,90
B1 (β)	Πολλαπλές καμπτικές ρωγμές μεταξύ $2 \text{ mm} < \dots \leq 5 \text{ mm}$	0,80
B1 (γ)	Πολλαπλές καμπτικές ρωγμές $> 5 \text{ mm}$	0,60
B2 (α)	Λοξές ρωγμές $\leq 1 \text{ mm}$	0,80
B2 (β)	Λοξές ρωγμές μεταξύ $1 \text{ mm} < \dots \leq 2 \text{ mm}$	0,70
B2 (γ)	Λοξές ρωγμές μεταξύ $2 \text{ mm} < \dots \leq 3 \text{ mm}$	0,60
Γ1	Καμπτικές ρωγμές, λυγισμός ράβδων οπλισμού, μετακίνηση άκρων $\leq 2\text{‰}$	0,30
Γ2	Λοξές ρωγμές $> 3 \text{ mm}$ ή δισδιαγώνιες ρωγμές $\leq 3 \text{ mm}$	0,30
Δ	Πλήρης αστοχία, απώλεια στοιχείου, αποδιοργάνωση, έντονες ρωγμές, λυγισμός ράβδων οπλισμού, μετακίνηση άκρων $> 2\text{‰}$	0,00
E1	Ελαφρές βλάβες (Α ή Β) σε περιοχές ματίσματος οπλισμών με υπερκάλυψη άκρων που συνοδεύονται και από ρηγματώση μικρού εύρους κατά μήκος των ράβδων καθώς και ελαφρά αποφλοίωση	0,60
E2	Ελαφρές βλάβες (Α ή Β) σε περιοχές ματίσματος οπλισμών με υπερκάλυψη άκρων που συνοδεύονται και από έντονη ρηγματώση κατά μήκος των ράβδων καθώς και εκτεταμένη και βαθιά αποφλοίωση (γυμνά μήκη ράβδων οπλισμού)	0,40
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (Τοιχώματα)		
ΣΤ1	Οριζόντια ολίσθηση στη βάση/θέση πάκτωσης τοιχώματος με ρωγμή $\leq 45 \text{ mm}$ και μετακίνηση $\leq 10 \text{ mm}$	0,60
ΣΤ2	Οριζόντια ολίσθηση στη βάση/θέση πάκτωσης τοιχώματος με ρωγμή $> 45 \text{ mm}$ και μετακίνηση $> 10 \text{ mm}$	0,30
ΚΟΜΒΟΙ (Δοκού–Υποστυλώματος)		
Β	Λοξές ρωγμές $< 2 \text{ mm}$	0,30
Γ	Λοξές ρωγμές $\geq 2 \text{ mm}$	0,20
Δ	Δισδιαγώνιες ρωγμές	0,00
1. Η βλάβη κόμβου χαρακτηρίζει τα κατακόρυφα στοιχεία που συντρέχουν σε αυτόν. 2. Ως βλάβες στους κόμβους νοούνται μόνο οι εντός του σώματος του κόμβου. 3. Η χρήση των τιμών του Πίνακα 1 γίνεται αποκλειστικά και μόνο για την συμβατική εκτίμηση της συνολικής απώλειας φέρουσας ικανότητας του κτιρίου.		

ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2: ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Η **οξείδωση** μειώνει σοβαρά τη συνάφεια του οπλισμού με το σκυρόδεμα και περιορίζει την ενεργό επιφάνεια του διαθέσιμου οπλισμού.

Ενδείξεις που υποδηλώνουν διάβρωση του οπλισμού είναι: η αποτίναξη της επικάλυψης, τα “φουσκώματα”, οι κηλίδες σκουριάς στην επιφάνεια του σκυροδέματος, υγρασίες. Εφόσον υπάρχουν ενδείξεις και για την εξακρίβωση του βαθμού οξείδωσης των οπλισμών των κατακορύφων στοιχείων ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ αποκάλυψη των οπλισμών. Η έκταση των αποκαλύψεων αποφασίζεται κατά την κρίση του Μηχανικού.

Βαθμονόμηση Κριτηρίου:

Δείκτης για τη βαθμονόμηση του κριτηρίου αποτελεί ο βαθμός οξείδωσης των διαμήκων οπλισμών.

Υπερκρίσιμο: Πλήρης απώλεια οπλισμού: απομείωση $\Phi_d > 40\%$, σε τουλάχιστον μία ράβδο, σε τουλάχιστον 2 γειτονικά κατακόρυφα στοιχεία ή στο 15% του συνολικού αριθμού των υποστυλωμάτων μίας στάθμης.

Βαθμός 1: Σημαντική απώλεια οπλισμού: απομείωση $\Phi_d = 40\%$, σε τουλάχιστον μία ράβδο, σε τουλάχιστον 2 γειτονικά κατακόρυφα στοιχεία ή στο 15% του συνολικού αριθμού των υποστυλωμάτων μίας στάθμης

Βαθμός 2: Προχωρημένη διάβρωση και απώλεια συνδετήρα. (π.χ. αποκαλυμμένος διαβρωμένος οπλισμός και σπασμένοι συνδετήρες)

Βαθμός 3: Έντονη διάβρωση και απομείωση συνδετήρα (π.χ. έντονες ρηγματώσεις, παράλληλες με τον κύριο οπλισμό)

Βαθμός 4: Περιορισμένη διάβρωση (π.χ. περιορισμένες ρηγματώσεις, παράλληλες με τον κύριο οπλισμό)

Βαθμός 5: Καμία διάβρωση

ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3: ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΗΓΜΕΝΟΥ ΑΞΟΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Υποστυλώματα τα οποία υπόκεινται σε ισχυρή θλίψη από τα κατακόρυφα φορτία ενδέχεται να έχουν περιορισμένη ικανότητα να αναλάβουν τις σεισμικές δυνάμεις, ενώ ταυτόχρονα έχουν μειωμένη πλαστιμότητα. Στο κριτήριο αυτό ελέγχεται η ικανότητα των κατακόρυφων στοιχείων (υποστυλώματα και τοιχώματα) του ισογείου να αναλάβουν ισχυρά θλιπτικά φορτία και τα περιθώρια ανάληψης επιπλέον αξονικών φορτίων λόγω σεισμού. Για το λόγο αυτό γίνεται έλεγχος του ανηγμένου αξονικού φορτίου στα κατακόρυφα στοιχεία του ισογείου.

Για ανηγμένο αξονικό φορτίο κάθε κατακόρυφου στοιχείου i

d_v

Βαθμός 1: εάν $0.65 \leq i$

$d_v \leq 0.75$

Βαθμός 2: εάν $0.50 \leq i$

$d_v < 0.65$

Βαθμός 3: εάν $0.40 \leq i$

$d_v < 0.50$

Βαθμός 4: εάν $0.30 \leq i$

$d_v < 0.40$

Βαθμός 5: εάν i

$d_v < 0.30$

Κύρια Σημεία

- Περίπου 70% των υφιστάμενων οικοδομών με μη αντισεισμικό σχεδιασμό, χωρίς επίβλεψη και με χαμηλής ποιότητας υλικά
- Χωρίζονται σε τρωτές, με βλάβες και επικίνδυνες
- Σημαντικές τοπικές και εκτεταμένες βλάβες από οξείδωση (υποστυλώματα με υδροροές, μπαλκόνια και στηθαία εκτεθειμένα σε καιρικές συνθήκες) και ενανθράκωση
- Προς το παρόν είμαστε στο στάδιο με περιορισμένο αριθμό Επικίνδυνων Πλασμάτων αλλά με πολύ γοργούς ρυθμούς οι τοπικές, μερικές αλλά και ολικές καταρρεύσεις θα αυξηθούν αν δεν παρθούν μέτρα βελτίωσης και δοθούν κίνητρα

- *Ανάγκη δημιουργίας μιας δευτεροβάθμιας μεθοδολογίας για κατηγοριοποίηση και προτεραιοποίηση και συντονισμός σε παγκύπριο επίπεδο από ομάδα ειδικών για καθορισμό κριτηρίων επικινδυνότητας (φιλοσοφία αποτίμησης) και επίβλεψη της διαδικασίας*
- *Παράλληλα το κράτος θα πρέπει να εξετάσει τη συμπερίληψη κινήτρων προς τους ιδιοκτήτες στα πρότυπα άλλων Ευρωπαϊκών χωρών με παρόμοια προβλήματα και των προγραμμάτων ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων.*
- *Τέλος, το νομοσχέδιο για τις κοινόκτιστες αναμένεται να βοηθήσει αλλά με ταυτόχρονη αλλαγή στην κουλτούρα των ιδιοκτητών προς τη συντήρηση των κτιρίων τους και τις ευθύνες που οι ίδιοι φέρουν*
- *Με υπευθυνότητα και από τους συναδέλφους οι αποτιμήσεις*

Ευχαριστώ για την προσοχή σας